

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 30 264 A 1

51 Int. Cl.⁷:
A 61 N 1/368
A 61 N 1/05

21 Aktenzeichen: 199 30 264.2
22 Anmeldetag: 25. 6. 1999
43 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

30 Unionspriorität:
335037 16. 06. 1999 US

71 Anmelder:
BIOTRONIK Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co.
Ingenieurbüro Berlin, 12359 Berlin, DE

74 Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 14195 Berlin

72 Erfinder:
Thong, Tran, Lake Oswego, Oreg., US; Schaldach,
Max, Prof. Dr.-Ing., 91054 Erlangen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 32 03 300 C2
US 59 48 014 A
US 53 04 219 A
WO 99 13 941 A1
ISRAEL, C.W., u.a.: VDD-Schrittmacher in der
Therapie des AV-Blocks. In: Dtsch.med.Wschr. 122,
1997, S.1189-1194;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Dreipolige Stimulation der Herzkammern
- 57 Die dreipolige Stimulation des Herzes benutzt Elektroden, die an mindestens zwei Stellen im Herz implantiert sind. In einem ersten Fall werden für die zweifache Stimulation des Vorhofes oder des Ventrikels die Elektroden in eine geeignete Herzkammer und in eine Herzblutbahn eingesetzt. In einem zweiten Fall werden die Elektroden an zwei voneinander getrennten Stellen in derselben Herzkammer eingesetzt. In beiden Fällen dient eine Stelle der einpoligen Stimulation (d. h. sie hat Elektroden mit nur einer Polarität), während die andere Stelle der zweipoligen Stimulation dient (d. h. sie hat Elektroden, die beide positive oder negative Polarität aufweisen).

DE 199 30 264 A 1

DE 199 30 264 A 1

ERFINDUNGSBEREICH

Die vorliegende Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Herzstimulation, spezifisch implantierbare Defibrillatoren/Schrittmacher. Insbesondere betrifft die Erfindung Elektrodenkonfigurationen für die dreipolige Stimulation, die ausgelegt sind, um die typischen Stimulationseigenschaften zu verbessern.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Es sind vielfältige Forschungsanstrengungen auf dem Gebiet von Vorrichtungen zur angemessenen Herzstimulation unternommen worden. Diese Forschung hat zu komplexen und aufwendigen Technologien zur leistungsfähigen und zuverlässigen Bereitstellung von Stimulationsimpulsen geführt, nämlich implantierbare Defibrillatoren/Schrittmacher. Es sind viele solcher Vorrichtungen nach dem bisherigen Stand der Technik bekannt.

Unter den neueren Vorrichtungen sind solche, die für die Stimulation beider Herzvorhöfe ausgelegt sind, wobei sowohl der rechte als auch der linke Vorhof abgeführt und stimuliert werden. Eine solche Vorrichtung ist besonders nützlich bei Patienten, deren Vorhofverzögerungen ein krankhaftes Erscheinungsbild aufweisen.

Zu den Literaturangaben, die sich mit früheren Fragen bezüglich der Stimulation beider Vorhöfe und ihrer Vorgänger befassen gehören:

1. Prakash, A. et al., "Prediction of outcome of chronic single and dual site right atrial pacing for atrial fibrillation prevention by acute electrophysiologic testing" ("Vorhersage des Ausgangs der chronischen einfachen oder doppelten Atriumstimulation zum Vorbeugen der atrialen Fibrillation durch akutes elektrophysiologisches Prüfen"), PACE, Vol. 20, Teil II, April 1997, Zusammenfassung Nr. 97.
2. Belham, M. et al., "Bi-atrial pacing for atrial fibrillation: where is the optimal site for left atrial pacing, ("Doppelte Atriumstimulation zur Atriumfibrillation: wo befindet sich die optimale Stelle für die linke Atriumstimulation")" PACE, Vol. 20, Teil II, April 1997, Zusammenfassung Nr. 98.
3. Delfaut, P. et al., "Continuous overdrive pacing prevents recurrent atrial fibrillation during single and dual site right atrial pacing" ("Die kontinuierliche Stimulation bei Übersteuerung verhindert wiederkehrende Atriumfibrillation während der einzelnen und doppelten rechten Atriumstimulation"), PACE, Vol. 20, Teil II, April 1997, Zusammenfassung Nr. 99.
4. Prakash, A. et al., "Multicenter experience with single and dual site right atrial pacing in refractory atrial fibrillation" ("Mehrfachzentrumserfahrung mit der einzelnen und der doppelten rechten Atriumstimulation bei der refraktorisches Atriumfibrillation"), PACE, Vol. 20, Teil II, April 1997, Zusammenfassung Nr. 100.

Diese Literaturreferenzen erbringen zwischen vielen anderen den Nachweis der Atriumstimulation, sowohl vom rechten Vorhof, üblicherweise vom Herzohr ausgehend sowie vom linken Vorhof, ausgehend vom Koronarostium, bei der Vermeidung des Eintritts atrialer Fibrillation.

Nebst der doppelten Atriumstimulation wurde die doppelte Ventrikelstimulation ebenfalls angewandt, insbesondere bei der Unterstützung des linken Ventrikels bei Patienten mit kongestivem Herzfehler.

ten mit kongestivem Herzfehler.

Die doppelte Atrium- und Ventrikelstimulation nach dem bisherigen Stand der Technik wurden bei Einsatz einer der beiden folgenden Alternativen angewandt 5:

1. zwei einpolige (kathodische) Elektroden im Vorhof oder im Ventrikel (typischerweise eine im Myokardium eingebettete Spitzenelektrode) und im Koronarsinus (CS) (im Ostium des Koronarsinus schwimmend beim Fall der doppelten Atriumstimulation oder in der großen Herzvene für den Fall der doppelten Ventrikelstimulation), wobei das Schrittmachergehäuse als Referenz dient;
2. zwei einpolige Elektroden (zweipolige Kammerstimulation über Kreuz), mit einer Vorhof/Ventrikel-Spitzenelektrode, die als Kathode wirkt und einer CS-Ringelektrode, die als Anode dient, oder das Gegenteil, oder
3. zwei bipolare Elektrodensätze im Vorhof/Ventrikel und im CS/in der großen Herzvene.

ZWECKE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Zweck der Erfindung ist die Bereitstellung einer Defibrillations-/Schrittmachervorrichtung, deren Leistung besser ist, als die der Vorrichtungen nach dem bisherigen Stand der Technik.

Ein weiterer Zweck der Erfindung ist die einfache und kostengünstige Verwirklichung einer solchen Vorrichtung.

Diese sowie weitere Zwecke der Erfindung werden durch Anwendung der dreipoligen Stimulation mit besonderer Elektrodenkonfiguration erzielt. Die dreipolige Stimulation bietet die folgenden Vorteile jeweils gegenüber der oben aufgeführten Alternativen nach dem bisherigen Stand der Technik:

1. die dreipolige Stimulation weist einen nennenswert niedrigeren Impedanz auf, wobei die Kosten nur leicht oberhalb der Kosten für den Fall eines höheren Stimulationsschwellenwertes liegen;
2. die dreipolige Stimulation weist einen viel tieferen Stimulationsschwellenwert auf, jedoch mit höherer Impedanz; es wird dennoch darauf hingewiesen, daß der Schwellenwert bei der zweipoligen Kammerstimulation über Kreuz typischerweise so hoch ist, daß die Vorrichtung keinen Spielraum mehr hat und
3. die dreipolige Stimulation bei leicht höherer Impedanz, wobei der gleiche Stimulationsschwellenwert aufrechterhalten wird. (Es wird darauf hingewiesen, daß im allgemeinen die höhere Impedanz und der niedrigere Stimulationsschwellenwert erwünscht sind, um die Leistungsfähigkeit bei Pulsabgabe/Stromverbrauch zu verbessern).

Insbesondere richtet sich die Erfindung auf das Implantieren einer Vorrichtung zur Herzstimulation (beispielsweise Schrittmacher/Defibrillator) bei der dreipoligen Stimulation. Zusammen mit der Vorrichtung werden Elektroden derart im Herz implantiert, daß die Elektroden in einer Herzkammer (beispielsweise im Vorhof oder im Ventrikel) und in einer zum Herz führenden Blutbahn (beispielsweise der CS oder der großen Herzvene) eine Polarität (beispielsweise positiv [Anode] oder negativ [Kathode]) bei der Abgabe von Stimulationsimpulsen aufweisen, während eine oder mehr zusätzliche Elektroden in der Herzkammer die entgegengesetzte Polarität aufweisen.

Die Erfindung läßt sich sowohl für die doppelte Vorhof- oder Ventrikelstimulation einsetzen und kann ebenfalls auf die Vorhof-/Ventrikelstimulation an zwei Stellen ausgedehnt werden.

Bei einer ersten Ausführung der Erfindung umfaßt eine Methode zur Realisierung der dreipoligen Herzstimulation die folgenden Schritte:

- (a) Implantieren einer Vorrichtung zur Herzstimulation mit Anoden- und Kathodenanschlüssen und mit Mitteln zur Bereitstellung der elektrischen Stimulationsimpulse durch diese Anoden- bzw. Kathodenanschlüsse;
- (b) elektrisches Verbinden der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit den entsprechenden Leitungen der Anoden- bzw. Kathodenanschlüsse;
- (c) elektrisches Koppeln von mindestens zwei Elektroden mit einer der Elektrodenleitungen;
- (d) elektrisches Koppeln von mindestens einer Elektrode mit der anderen Elektrodenleitung und
- (e) Implantieren von mindestens einer der mindestens zwei mit der einen Elektrodenleitung elektrisch gekoppelten Elektroden und von der mindestens einen mit der anderen Elektrodenleitung gekoppelten Elektrode in eine Herzkammer und
- (f) Implantieren von mindestens einer anderen der mindestens zwei mit der einen Elektrodenleitung elektrisch gekoppelten Elektroden in eine Blutbahn des Herzes.

Bei einer zweiten Ausführung der Erfindung umfaßt eine Methode zum Verwirklichen der dreipoligen Stimulation im Herz die folgenden Schritte:

- (a) Implantieren einer Vorrichtung zur Herzstimulation mit Anoden- und Kathodenanschlüssen, welche ebenfalls über Mittel zum Bereitstellen elektrischer Stimulationsimpulse über diese Anoden- und Kathodenanschlüsse verfügt;
- (b) elektrischer Anschluß der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit den entsprechenden Anoden- und Kathodenanschlüssen;
- (c) elektrisches Koppeln von mindestens zwei Elektroden mit einer der erwähnten Elektrodenleitungen und
- (d) elektrisches Koppeln von mindestens einer Elektrode mit der anderen der erwähnten Elektrodenleitungen und
- (e) Implantieren dieser Elektroden in einer einzelnen Herzkammer.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Erfindung wird verständlicher, wenn sie mit der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführung im Zusammenhang mit den Zeichnungen erläutert wird, wobei

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Herzstimulation mit Elektrodenleitungen und deren Anbringungsorte im Herz nach einer Ausführung der Erfindung darstellt;

Fig. 2 ein Y-Anschlußstück darstellt, das zum "Aufteilen" einer Elektrodenleitung nach einer Ausführung der Erfindung angewandt wird;

Fig. 3 eine typische, in einer Ausführung der Erfindung anwendbaren Elektrodenkonfiguration darstellt;

Fig. 4 ein Beispiel für das Anbringen einer Leitung des Typs J im CS sowie den begriffsmäßigen Stromfluß zwischen dieser Leitung und einer Vorhofleitung bei einer Aus-

führung der Erfindung zeigt;

Fig. 5 eine alternative Version dessen, was in Fig. 4 dargestellt wird, zeigt;

Fig. 6 eine Vorrichtung zur Herzstimulation mit Elektrodenleitungen und ihre Positionierung im Herz nach einer weiteren Ausführung der Erfindung darstellt;

Fig. 7 ein Y-Anschlußstück zeigt, das in einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung Anwendung findet und

Fig. 8 das Platzieren der Elektroden für die Zwei-Stellen-Stimulation in einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft die Anwendung einer Vorrichtung zur Herzstimulation, um dreipolige Herzstimulation zu erwirken. Im allgemeinen wird eine solche Vorrichtung in der Nähe des Herzes implantiert, und es werden Leitungen zu den im Herz implantierten Elektroden geführt. Fig. 1 zeigt eine derartige Konfiguration nach einer Ausführung der Erfindung.

In Fig. 1 hat die Vorrichtung zur Herzstimulation 1, die ein Defibrillator, ein Herzschrittmacher oder eine Kombination beider Geräte sein kann, Leitungen 2 und 3, die im Herz 5 implantiert sind. Eine der Leitungen 2 und 3 ist eine Anodenleitung und die andere eine Kathodenleitung. So kann beispielsweise die Leitung 2 als Kathodenleitung und die Leitung 3 als Anodenleitung wirken.

Bei einer Ausführung der Erfindung ist die Leitung 2 in zwei Unterleitungen 4 aufgeteilt, die im Herz 5 als 12 und 13 dargestellt sind.

In alternativer Weise kann die Leitung 3 in zwei (nicht dargestellten) Leitungen aufgeteilt werden, obwohl die bevorzugte Ausführung im Aufteilen einer Kathodenleitung besteht. Eine detailliertere Darstellung der Leitung 2 ist in Fig. 2 gegeben.

Wie dargestellt, wird Leitung 2 in die Leitungen 12 und 13 unterteilt. Eine solche Unterteilung kann beispielsweise mit Hilfe eines Y-Anschlußstückes erfolgen.

Dadurch wird beispielsweise eine einzige Kathodenleitung in zwei Kathodenleitungen unterteilt. Ein Vorteil der Verwendung eines solchen Y-Anschlußstückes ist, daß die Unterteilung in sehr einfacher Weise durch einen Chirurgen mit Hilfe eines solchen Y-Anschlußstückes zum Zeitpunkt der Implantation zu bewerkstelligen ist. Zusätzlich benötigt eine solche Ausführung keine besondere Änderung der Vorrichtung zur Herzstimulation 1.

Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 besteht das Herz 5, welches in Rückenansicht dargestellt ist, aus vier Kammern, nämlich aus den rechten und linken Vorhöfen 6 bzw. 8 sowie aus den rechten und linken Ventrikeln 7 bzw. 9.

Die vorliegende Erfindung kann zur Stimulation irgendeiner Herzkammer genutzt werden. Im Beispiel der Fig. 1 wird sie zur doppelten Atriumstimulation genutzt. In diesem Beispiel werden die Leitung 12, die eine Unterleitung der Leitung 2 ist und die Leitung 14, die eine Ausweitung der Leitung 3 ist, in den rechten Vorhof 6 implantiert. Leitung 13, die andere Ausweitung der Leitung 2, wird im Koronarsinus (CS) 10 implantiert. Bei der bevorzugten Ausführung wirken die Elektroden, die auf den Leitungen 12 und 13 angebracht sind bzw. Teil dieser Leitungen sind, als Kathoden, während mindestens eine Elektrode, die auf Leitung 14 angebracht bzw. Teil dieser Leitung ist, als Anode wirkt.

Die Leitungen 12-14 haben typischerweise Spitzen- und/oder Ringelektroden. Eine Spitzenelektrode bildet die Spitze einer Leitung, während eine Ringelektrode entlang des Körpers einer Leitung angelegt ist, wobei sie die Leitung vollkommen umgibt. Ein Beispiel einer solchen Lei-

tung ist in Fig. 3 dargestellt. In Fig. 3 hat die Leitung 15 eine Ringelektrode 16 und eine Spitzenelektrode 17. Es wird darauf hingewiesen, daß die Leitungen 12-14 keine oder mehrere Ringelektroden und keine oder eine Spitzenelektroden haben können. Sie haben jedoch immer mindestens eine Elektrode.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind eine Spitzenelektrode einer Herzkammerleitung und eine oder mehrere Elektroden einer Herzblutbahn elektrisch miteinander verbunden und wirken als Kathode, während eine Ringelektrode einer Herzkammerleitung als Anode wirkt.

Die Implantation der Elektroden in die Herzkammer (in Fig. 1 der rechte Vorhof 6) erfolgt in konventioneller Weise. Daß heißt, die Herzkammerleitungen sind typischerweise im Myokardium eingepflanzt und werden entweder durch eine passive Befestigungsvorrichtung (beispielsweise Befestigungsspitzen) oder durch eine aktive Befestigungsvorrichtung (beispielsweise eine Schraube) an ihrem Platz gehalten.

Im Gegensatz dazu wird die Implantation der Leitung in eine Herzblutbahn 10 (der CS in Fig. 1) anders ausgeführt. Es werden weder aktive noch passive Befestigungsvorrichtungen eingesetzt. Wenn die angewandte Leitung über Befestigungsspitzen verfügt, werden diese vor der Implantation abgeknipst. Der Grund hierfür ist das Vermeiden von Thrombosen (in diesem Falle die Bildung von Blutgerinnseln), die das Leben der Patienten gefährden könnten. Die Leitung ist biegsam und somit stellt sich ihre Spitze parallel zur Wandung der Blutbahn ein. Dies wird in den Fig. 4 und 5 für die Ausführung der Fig. 1 dargestellt.

Die Fig. 4 und 5 zeigen die Implantation der Leitung 13 in den CS 10 und die Leitung des elektrischen Stromes zwischen dieser Leitung und einer Vorhofleitung (oder allgemeiner einer Herzkammerleitung) der entgegengesetzten Polarität. Die Leitung 13 wird mit einer Ringelektrode 18 und mit einer Spitzenelektrode 19 dargestellt. Wie oben diskutiert, kann sie über weniger oder über zusätzliche Elektroden verfügen. Ferner kann die Leitung 13 mindestens einen Kondensator 13a umfassen, der so angebracht ist, daß er direkte Ströme von den Elektroden 18 und 19 der Leitung 13 absperrt, s. Fig. 3a. Der Kondensator 13a ermöglicht das Verhindern von ungewollten gegenseitigen Einflüssen zwischen der Leitung 13 einerseits und den Leitungen 12 und 14 andererseits. Es wird darauf hingewiesen, daß die exakte Position des Kondensators 13a absichtlich vom Fachmann so gewählt werden kann, daß der oben erwähnte Effekt erreicht wird. Die Vorhofleitung 20 wird mit einer Ringelektrode 21 dargestellt, deren Polarität derjenigen der Elektroden 18 und 19 der CS-Leitung 13 entgegengesetzt ist. Die gepunkteten Linien zeigen im Konzept den Weg des Stromflusses zwischen den Elektroden 18 und 19 und der Elektrode 21 durch das Myokardium 22, wenn ein elektrischer Stimulationsimpuls angelegt wird.

Wie oben dargestellt wird die Leitung 13 bei der bevorzugten Ausführung ohne Befestigungsvorrichtung im CS 10 implantiert. Während sich die Spitzenelektrode 19 letztendlich parallel zur Wandung des CS 10 einstellt, gibt es mehrere Weisen, wie dies geschehen kann, wobei beispielsweise auf die Konfigurationsunterschiede zwischen den Fig. 4 und 5 hingewiesen wird.

Wie in den Fig. 4 und 5 dargestellt, hat die Konfiguration der Leitung 13, d. h. die Positionen der Elektroden 18 und 19, einen gewissen Effekt auf die Wege der Stromführung zwischen den Elektroden. Der Effekt hiervon auf die Leistung ist jedoch minimal oder gar nicht vorhanden.

Eine andere bevorzugte Ausführung besteht in der Implantation von Elektrodenleitungen, um eine doppelte dreipolige Ventrikelstimulation zu erzielen. Eine solche Konfi-

guration wird in Fig. 6 dargestellt, wobei alle den Elementen der Fig. 1 entsprechenden Elemente mit denselben Referenznummern versehen sind.

Besonders bemerkbar ist, daß die Leitungen 12 und 14 in einem Ventrikel an Stelle eines Vorhofs implantiert dargestellt sind (in diesem Falle der rechte Ventrikel). In diesem Falle, und um die gewünschte Stimulation der zwei Ventrikeln zu erreichen, wird die Leitung 13 in die große Herzvene 11 und nicht in den CS 10 eingebettet.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung kann eine einzelne Herzkammerleitung an Stelle zweier getrennter Herzkammerleitungen angewandt werden. In diesem Falle bleibt die Blutbahnleitung 13 einpolig (d. h., sie hat nur eine Polarität für alle Elektroden), während die Vorhof- oder Ventrikelleitung 12 zweipolig ist (d. h., sie hat sowohl anodische als auch kathodische Elektroden). Bei dieser Ausführung ist die Leitung 14 nicht vorhanden. Diese Ausführung kann mit Hilfe eines speziellen, in Fig. 7 dargestellten, speziellen Y-Anschlußstückes realisiert werden. Die Leitungen 2 und 3 werden in das Y-Anschlußstück 24 geleitet.

Innerhalb des Y-Anschlußstücks 24 wird die Leitung 2 in zwei Zweige 2a und 2b aufgeteilt. Der Zweig 2a und die Leitung 3 werden der Vorhof- oder der Ventrikelleitung 12 zugeführt, während Zweig 2b der Blutbahnleitung 13 zugeführt wird.

Betrachtet man entweder Fig. 4 oder 5 im Zusammenhang mit Fig. 7, so erscheint, daß in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung Leitung 2 eine Kathodenleitung und Leitung 3 eine Anodenleitung ist. Bei dieser bevorzugten Ausführung ist Zweig 2a mit der Spitzenelektrode 23 verbunden, während Leitung 3 mit der Ringelektrode 21 einer Vorhof- oder Ventrikelleitung 12 verbunden ist (in den Fig. 4 und 5 als 20 gekennzeichnet). Zweig 2b ist mit einer Elektrode oder mit mehreren Elektroden der Blutbahnleitung 13 verbunden. Somit wirkt die Ringelektrode 21 als Anode, während die Spitzenelektrode 23 und eine Elektrode bzw. mehrere Elektroden der Blutbahnleitung 13 als Kathodenelemente wirkt (wirken).

Bei einer weiteren Ausführung der Erfindung können die obigen Begriffe dreipoliger Stimulation ferner auf die Stimulation an zwei Stellen entweder im Vorhof oder im Ventrikel oder in beiden angewandt werden. Die Stimulation an zwei Stellen ist bei der Vorbeugung und Behandlung von Herzrhythmusstörungen nützlich. Bei dieser Ausführung werden eine zweipolige und eine einpolige Leitung, wie in den unmittelbar vorhergehenden zwei Abschnitten diskutiert, beide im selben Vorhof oder Ventrikel an verschiedenen Stellen eingesetzt (bei einer bevorzugten Ausführung wird das der rechte Vorhof oder der rechte Ventrikel sein).

Eine Verwirklichung dieser Ausführung ist in Fig. 8 dargestellt. In Fig. 8 wird die Verwendung des Y-Anschlußstücks 24 aus Fig. 7 angenommen. Es könnte dennoch als Alternative eine Konfiguration mit einer dritten Leitung angewandt werden. Fig. 8 zeigt zwei Leitungen 20 und 25, Leitung 20 ist dieselbe wie in den Fig. 4 und 5, sowie die ebenfalls dort gezeigten Spitzenelektrode 23 und Ringelektrode 21 (wobei darauf hingewiesen wird, daß die Leitung 20 der Leitung 12 des Y-Anschlußstücks 24 in Fig. 7 entspricht). Die Leitung 25 wird mit der Spitzenelektrode 26 sowie mit der Ringelektrode 27 gezeigt. Die Leitung 25 ist mit Leitung 13 in Fig. 7 verbunden oder wird als diese Leitung entsprechend angesehen. Beide Leitungen 20 und 25 werden in dieselbe Herzkammer 28 implantiert, bevorzugterweise unter Verwendung einer aktiven Befestigung. Bei dieser Ausführung ist der Zweig 2a der Fig. 7, wie bei der oben diskutierten Ausführung, mit der Spitzenelektrode 23 der Leitung 20 verbunden, während die Leitung 3 der Fig. 7

mit der Ringelektrode 21 der Leitung 25 verbunden ist. Zweig 2b ist mit einer Elektrode oder mit beiden Elektroden 26 und 27 der Leitung 20 verbunden. Es wird darauf hingewiesen, daß entweder eine Leitung oder beide Leitungen 20 und 25 weitere Elektroden umfassen kann (können), die mit Zweig 2a, mit Zweig 2b oder mit Leitung 3 verbunden sein kann (können) oder nicht.

Bei einer bevorzugten Ausführung ist Leitung 2 eine Kathodenleitung (und somit sind es die Zweige 2a und 2b ebenfalls) und Leitung 3 eine Anodenleitung, so daß die Ringelektrode 21 als Anode wirkt, während die anderen gezeigten Elektroden als Kathoden wirken.

Es wird darauf hingewiesen, daß die oben beschriebenen Ausführungen der Erfindung nur als Anschauung für die entsprechenden Prinzipien dienen, und daß es möglich ist, daraus eine Vielzahl von Änderungen und Ausführungen der Erfindung im Geiste und innerhalb der Zwecke der Erfindung abzuleiten sind, wie in den unten stehenden Ansprüchen beschrieben.

Patentansprüche

1. Methode zum Verwirklichen der dreipoligen Herzstimulation, die folgende Schritte umfaßt:

- (a) Implantieren einer Vorrichtung zur Herzstimulation mit Anoden- und Kathodenanschlüssen und mit Mitteln zur Bereitstellung der elektrischen Stimulationsimpulse durch diese Anoden- bzw. Kathodenanschlüsse;
- (b) elektrisches Verbinden der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit den entsprechenden Leitungen der Anoden- bzw. Kathodenanschlüsse;
- (c) elektrisches Koppeln von mindestens zwei Elektroden mit einer der Elektrodenleitungen;
- (d) elektrisches Koppeln von mindestens einer Elektrode mit der anderen Elektrodenleitung und
- (e) Implantieren von mindestens einer der mindestens zwei mit der einen Elektrodenleitung elektrisch gekoppelten Elektroden und von der mindestens einen mit der anderen Elektrodenleitung gekoppelten Elektrode in eine Herzkammer und
- (f) Implantieren von mindestens einer anderen der mindestens zwei mit der einen Elektrodenleitung elektrisch gekoppelten Elektroden in eine Blutbahn des Herzes.

2. Methode gem. Anspruch 1, wobei die Herzkammer des Schrittes (e) der Vorhof und die Blutbahn des Schrittes (f) der Koronarsinus ist.

3. Methode gem. Anspruch 2, wobei genau zwei Elektroden in den Vorhof und genau eine Elektrode in den Koronarsinus implantiert werden.

4. Methode gem. Anspruch 2, wobei eine der im Vorhofimplantierten Elektroden eine Ringelektrode ist und die andere im Vorhofimplantierte Elektrode eine Spitzenelektrode ist, wobei die Methode zudem den folgenden Schritt umfaßt:

- (g) elektrisches Koppeln der Ringelektrode mit der Elektrodenleitung, die selbst mit der Anodenverbindung gekoppelt ist.

5. Methode gem. Anspruch 1, wobei die Herzkammer des Schrittes (e) der Ventrikel und die Blutbahn des Schrittes (f) die große Herzvene ist.

6. Methode gem. Anspruch 5, wobei genau zwei Elektroden im Ventrikel implantiert und genau eine Elektrode in der großen Herzvene implantiert sind.

7. Methode gem. Anspruch 5, wobei es sich bei einer von den im Ventrikel implantierten Elektroden um eine Ringelektrode und bei der zweiten um eine Spitzen-

elektrode handelt, wobei die Methode ferner die folgenden Schritte umfaßt:

- (g) elektrisches Koppeln der Ringelektrode mit der Elektrodenleitung, die selbst mit der Anodenverbindung gekoppelt ist.

8. Methode wie gem. Anspruch 1, wobei Schritt (f) den folgenden Schritt umfaßt:

- (f1) Implantieren von mindestens einer anderen der mindestens zwei Elektroden, die elektrisch mit der einen in der Herzbloodbahn gelegten Elektrodenleitung verbunden ist, ohne Verwendung von aktiver noch von passiver Befestigung.

9. Methode wie gem. Anspruch 1, wobei die erste Elektrodenleitung mit der Anodenleitung und die zweite Elektrodenleitung mit der Kathodenleitung verbunden ist.

10. Methode gem. Anspruch 9, die ferner den folgenden Schritt umfaßt:

- (g) Verbinden der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit einem Y-Verbindungsstück, welches diese zweite Elektrodenleitung in zwei kathodische Unterleitungen unterteilt, von denen die eine durch eine erste Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes und die andere durch eine zweite Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes gelegt wird, während die erste Elektrodenleitung durch die erste Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes gelegt wird.

11. Methode gem. Anspruch 10, wobei Schritt (c) die folgenden Schritte umfaßt:

- (c1) Verbinden von mindestens einer der Elektroden mit der Kathodenunterleitung der ersten Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes und
- (c2) Verbinden von mindestens einer anderen der mindestens zwei Elektroden mit der kathodischen Unterleitung an der zweiten Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes und wobei Schritt (d) den folgenden Schritt umfaßt:

- (d1) Verbinden der mindestens einen Elektrode mit der ersten Elektrodenleitung, die durch die erste Ausgangsleitung des Y-Anschlußstückes gelegt wird.

12. Methode gem. Anspruch 11, wobei die Herzkammer des Schrittes (e) der Vorhof und die Blutbahn von Schritt (f) der Koronarsinus ist.

13. Methode gem. Anspruch 11, wobei die Herzkammer des Schrittes (e) der Ventrikel und die Blutbahn aus Schritt (f) die große Herzvene ist.

14. Methode gem. Anspruch 1, die ferner den folgenden Schritt umfaßt:

- (g) Verbinden von einer der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit einem Y-Anschlußstück, wobei dieses Y-Anschlußstück die Elektrodenleitung in zwei Unterleitungen unterteilt, die beide von der anderen Elektrode getrennt sind.

15. Methode gem. Anspruch 14, wobei der Schritt (c) die folgenden Schritte umfaßt:

- (c1) Verbinden von mindestens einer der mindestens zwei Elektroden mit einer der Unterleitungen und
- (c2) Verbinden von mindestens einer der mindestens zwei Elektroden mit der anderen Unterleitung und

wobei Schritt (d) den folgenden Schritt umfaßt:

- (d1) Verbinden der mindestens einen Elektrode mit der Elektrodenleitung, die nicht mit dem Y-Anschlußstück verbunden war.

16. Methode gem. Anspruch 15, wobei die Herzkam-

mer von Schritt (e) der Vorhof und die Blutbahn von Schritt (f) der Koronarsinus ist.

17. Methode gem. Anspruch 15, wobei die Herzkammer von Schritt (e) der Ventrikel und die Blutbahn von Schritt (f) die große Herzvene ist.

18. Methode zum Verwirklichen der dreipoligen Herzstimulation, welche die folgenden Schritte umfaßt:

(a) Implantieren einer Vorrichtung zur Herzstimulation mit Anoden- und Kathodenanschlüssen, welche ebenfalls über Mittel zum Bereitstellen elektrischer Simulationsimpulse über diese Anoden- und Kathodenanschlüsse verfügt;

(b) elektrischer Anschluß der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit den entsprechenden Anoden- und Kathodenanschlüssen;

(c) elektrisches Koppeln von mindestens zwei Elektroden mit einer der erwähnten Elektrodenleitungen und

(d) elektrisches Koppeln von mindestens einer Elektrode mit der anderen der erwähnten Elektrodenleitungen und

(e) Implantieren dieser Elektroden in einer einzelnen Herzkammer.

19. Methode gem. Anspruch 18, wobei die Herzkammer ein Vorhof ist.

20. Methode gem. Anspruch 18, wobei die Herzkammer ein Ventrikel ist.

21. Methode gem. Anspruch 18, wobei Schritt (e) den folgenden Schritt umfaßt:

(e1) Implantieren der erwähnten Elektroden bei Verwendung einer aktiven Befestigungsvorrichtung.

22. Methode gem. Anspruch 18, wobei die erste Elektrodenleitung mit der Anodenverbindung und die zweite Elektrodenleitung mit der Kathodenverbindung verbunden ist.

23. Methode gem. Anspruch 22, die ferner den folgenden Schritt umfaßt:

(f) Verbinden der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit einem Y-Anschlußstück, welches über eine erste und eine zweite Ausgangsleitung verfügt, wobei dieses Y-Anschlußstück die erwähnte zweite Elektrodenleitung in zwei Kathodenunterleitungen unterteilt, von denen jede durch eine andere Ausgangsleitung des Y-Anschlußstücks gelegt wird, während die erste Elektrodenleitung durch die erste Leitung des Y-Anschlußstücks gelegt wird.

24. Methode gem. Anspruch 23, wobei Schritt (c) die folgenden Schritte umfaßt:

(c1) Verbinden von mindestens einer der mindestens zwei Elektroden mit der Kathodenunterleitung der ersten Ausgangsleitung des Y-Anschlußstücks und

(c2) Verbinden von mindestens einer anderen der mindestens zwei Elektroden mit der erwähnten Kathodenunterleitung der zweiten Ausgangsleitung des Y-Anschlußstücks, wobei Schritt (d) den folgenden Schritt umfaßt:

(d1) Verbinden der mindestens einen Elektrode mit der mindestens ersten Elektrodenleitung, welche durch die erste Ausgangsleitung des Y-Anschlußstücks gelegt ist.

25. Methode gem. Anspruch 24, wobei die Herzkammer ein Vorhof ist.

26. Methode gem. Anspruch 24, wobei die Herzkammer ein Ventrikel ist.

27. Methode gem. Anspruch 18, die ferner den folgenden

Schritt umfaßt:

(f) Verbinden von einer der ersten und zweiten Elektrodenleitungen mit einem Y-Anschlußstück, das diese Elektrodenleitung in zwei Unterleitungen unterteilt, die beide von der anderen Elektrodenleitung getrennt sind.

28. Methode gem. Anspruch 27, wobei Schritt (c) die folgenden Schritte umfaßt:

(c1) Verbinden von mindestens einer der zwei Elektroden mit einer der Unterleitungen und

(c2) Verbinden von mindestens einer anderen dieser mindestens zwei Elektroden mit der anderen der erwähnten Unterleitungen und wobei Schritt (d) den folgenden Schritt umfaßt:

(d1) Verbinden der mindestens einen Elektrode mit der Elektrodenleitung, die nicht mit dem Y-Anschlußstück verbunden war.

29. Methode gem. Anspruch 28, wobei die Herzkammer ein Vorhof ist.

30. Methode gem. Anspruch 28, wobei die Herzkammer ein Ventrikel ist.

31. Methode gem. Anspruch 1, wobei Schritt (f) den Schritt umfaßt, der im Sperren des direkten Stroms von der mindestens einen Elektrode besteht, welche mit der einen Elektrodenleitung in der Herzblutbahn elektrisch gekoppelt ist, mit Hilfe von mindestens einem mit der Elektrodenleitung verbundenen Kondensator.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

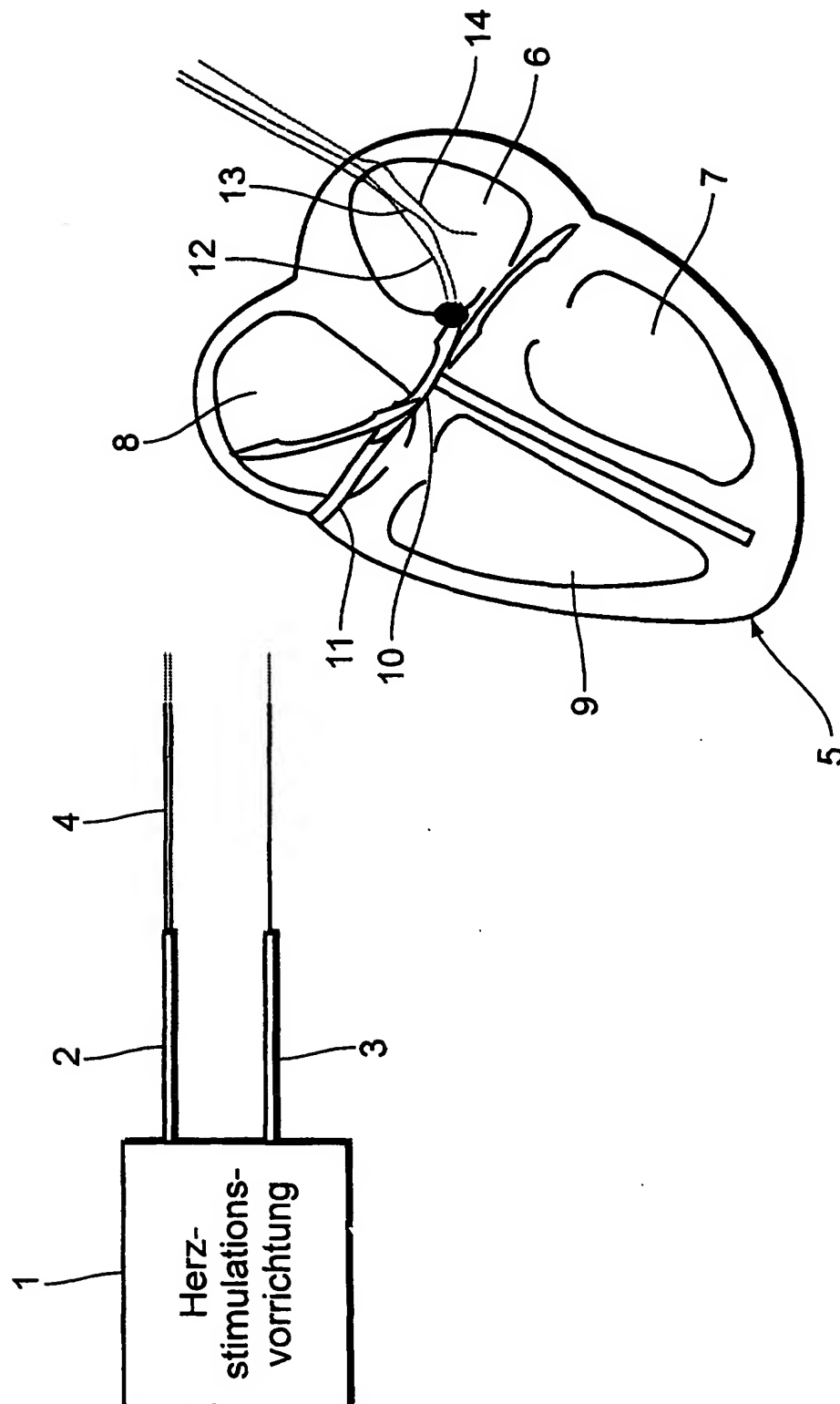


Fig. 1

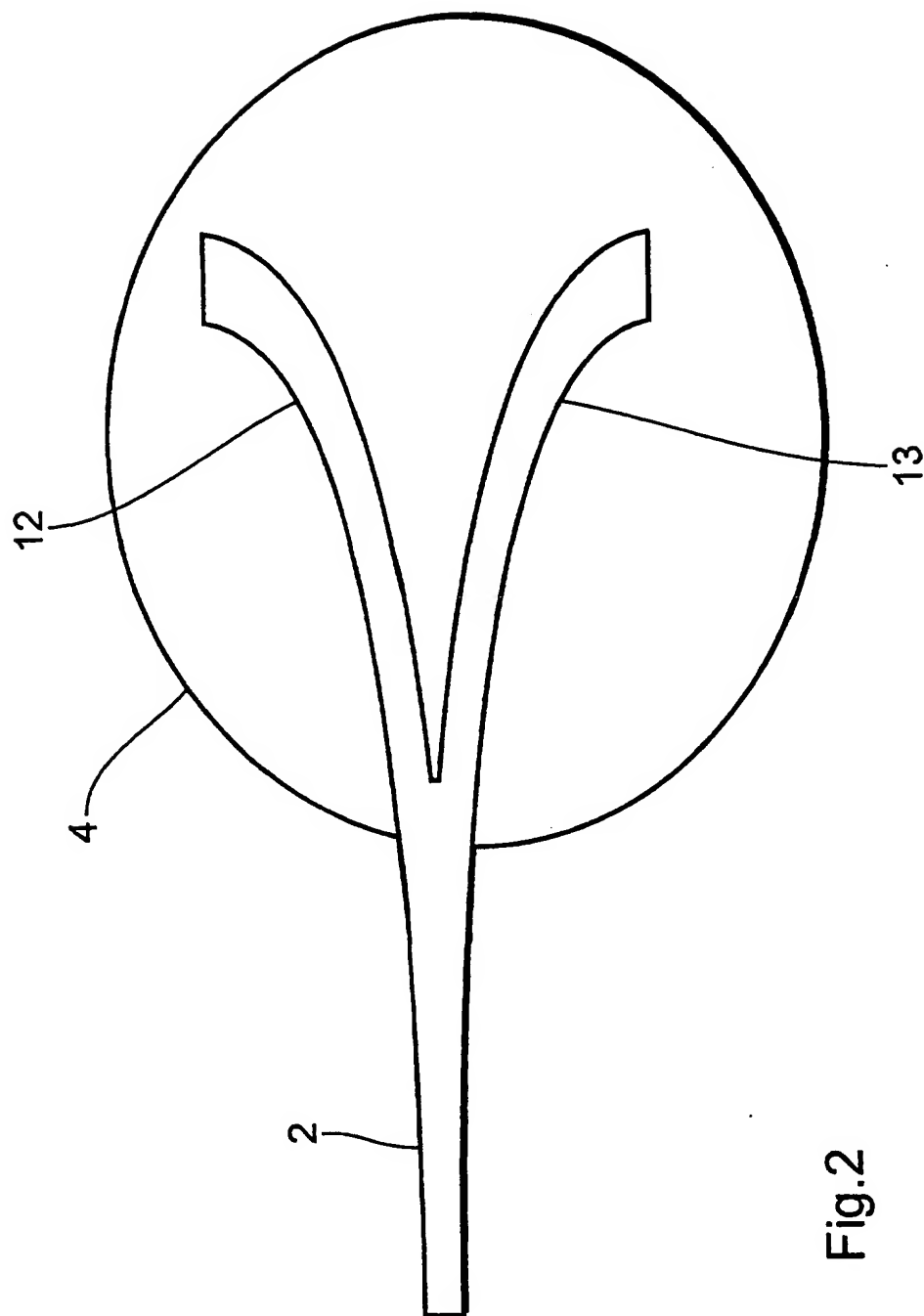


Fig. 2

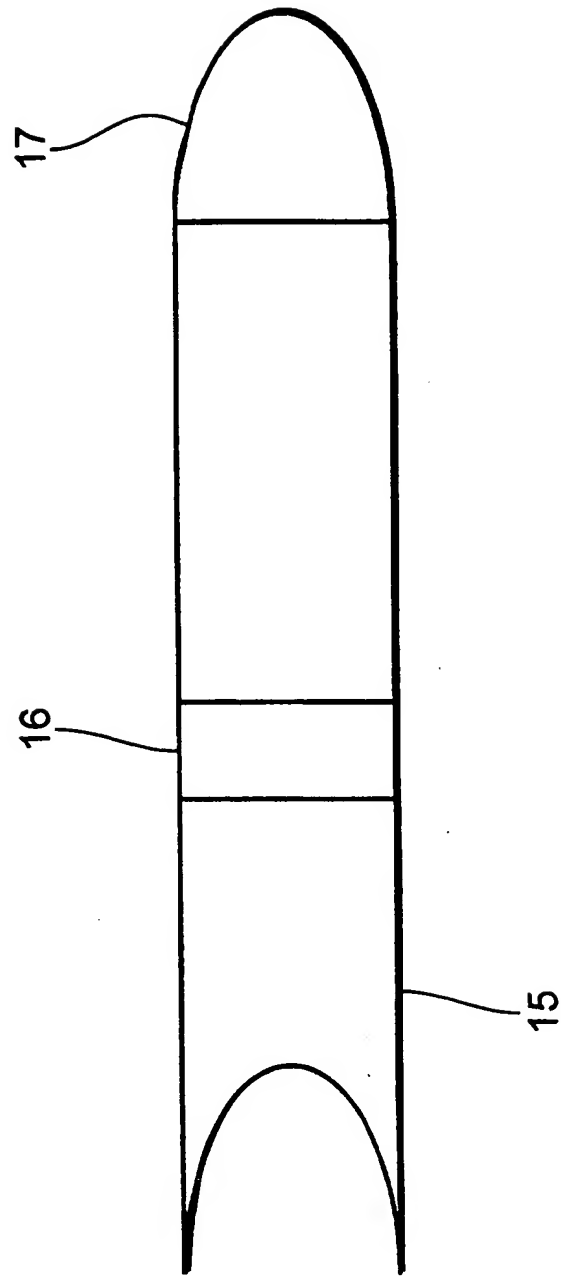


Fig. 3

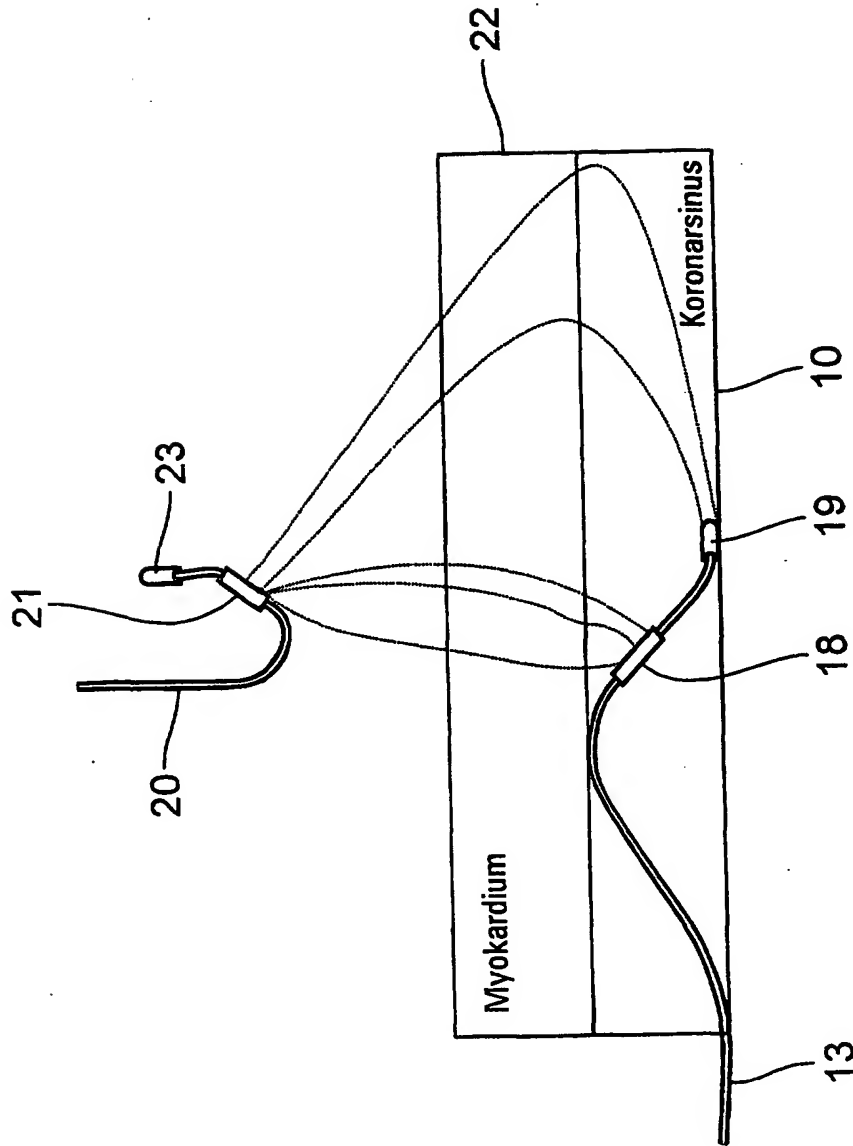


Fig. 4

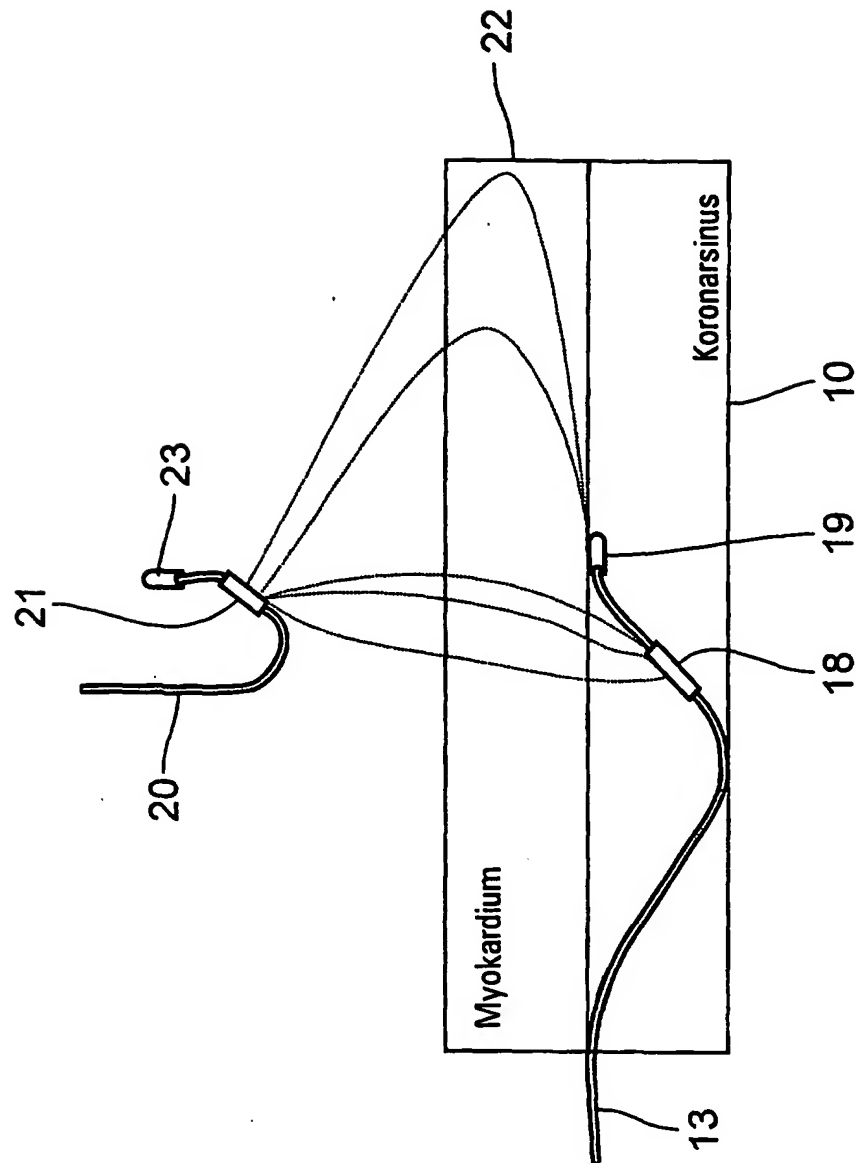


Fig. 5

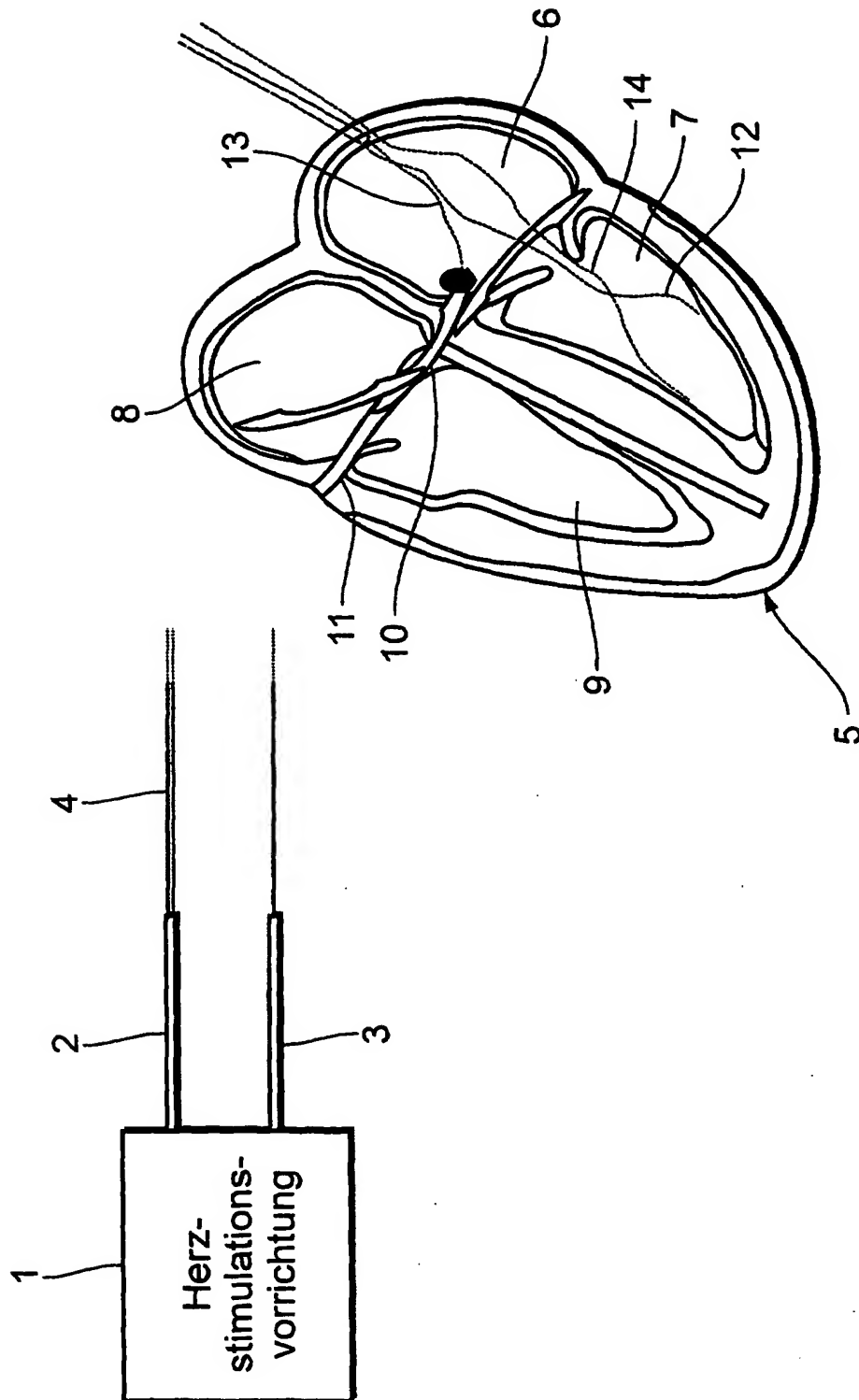


Fig. 6

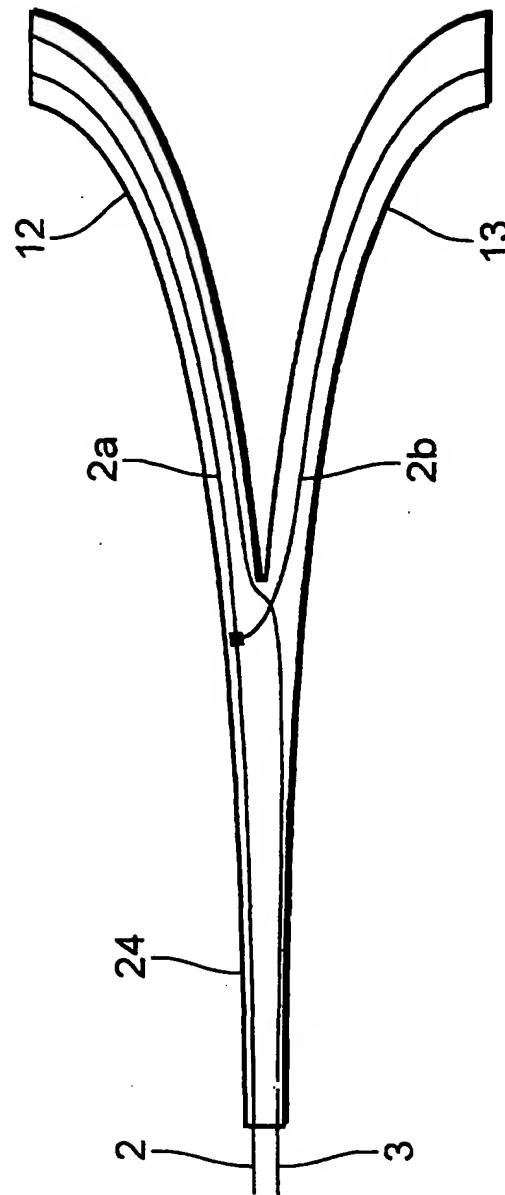


Fig. 7

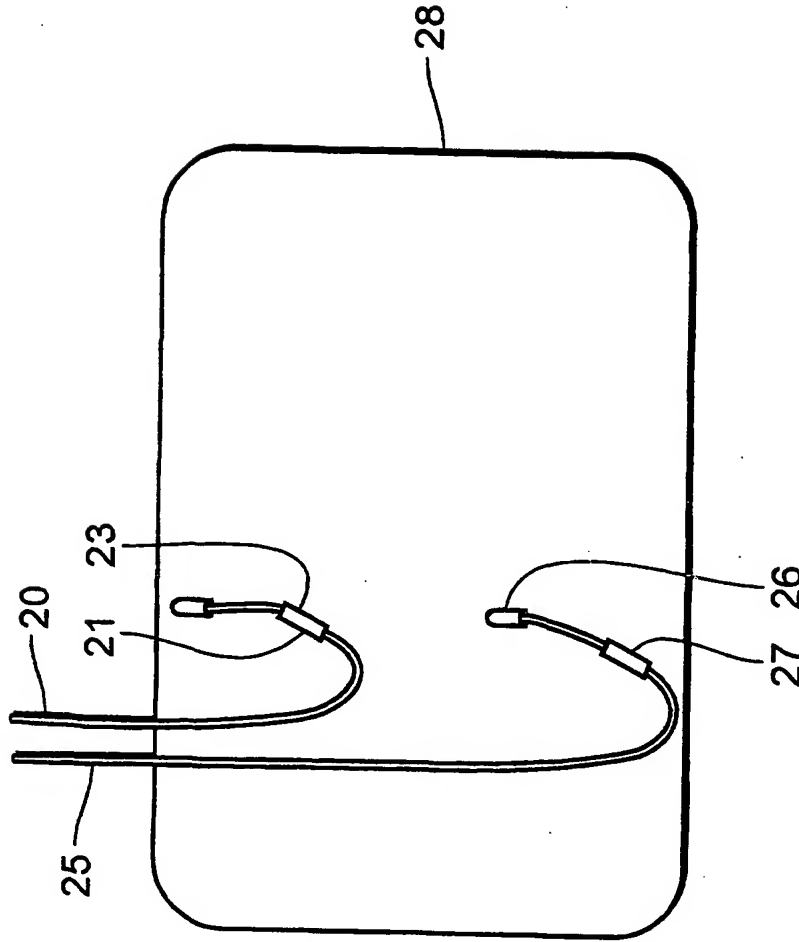


Fig. 8